

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

0505-0943P
HATANAKA, KAORI et al.
February 28, 2002
BSICB, LLP
(703) 205-8000
4 of 4

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as with this Office

1c872 U.S. PAT.
10/08/02
02/28/02

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 2月28日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-055402

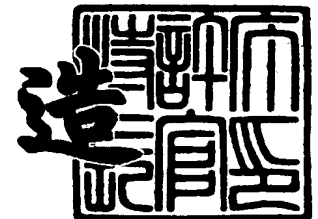
出 願 人
Applicant(s):

本田技研工業株式会社

2001年11月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3104349

【書類名】 特許願

【整理番号】 H101027401

【提出日】 平成13年 2月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60K 9/00
B62M 23/02
B60L 15/20
H02P 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社 本田技術
研究所内

【氏名】 畑中 薫

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社 本田技術
研究所内

【氏名】 古田 慎司

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100084870

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 香樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100079289

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 道人

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 058333

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電動補助自転車の制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 人力による駆動力を後輪に伝達するための人力駆動系と、モータによる駆動力を後輪に伝達するモータ駆動系とを備えた電動補助自転車の制御装置において、

車両の実走行抵抗を検出する走行抵抗検出手段と、

前記実走行抵抗に応じた第 1 駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第 1 補助動力発生手段と、

踏力およびクランク軸回転数に応じた第 2 駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第 2 補助動力発生手段と、

車両の運転状態を判別する運転状態判別手段と、

運転状態に応じて、前記第 1 駆動力および第 2 駆動力を選択的にまたは組み合わせて発生させる制御手段とを具備したことを特徴とする電動補助自転車の制御装置。

【請求項 2】 人力による駆動力を後輪に伝達するための人力駆動系と、モータによる駆動力を後輪に伝達するモータ駆動系とを備えた電動補助自転車の制御装置において、

車両の実走行抵抗を検出する走行抵抗検出手段と、

前記実走行抵抗に応じた第 1 駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第 1 補助動力発生手段と、

踏力およびクランク軸回転数に応じた第 2 駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第 2 補助動力発生手段と、

前記実走行抵抗に基づいて路面の傾斜状態を判別する判別手段とを具備し、

前記傾斜状態により平坦地であると判断された場合に、前記第 1 駆動力および第 2 駆動力、または第 2 駆動力のみを選択的に発生させることを特徴とする電動補助自転車の制御装置。

【請求項 3】 前記運転状態判別手段により、運転状態が車両の漕ぎ始めであると判断された場合に、前記第 1 駆動力および第 2 駆動力、または第 2 駆動力

のみを選択的に発生させるよう、前記制御手段が構成されたことを特徴とする請求項 1 記載の電動補助自転車の制御装置。

【請求項 4】 人力による駆動力を後輪に伝達するための人力駆動系と、モータによる駆動力を後輪に伝達するモータ駆動系とを備えた電動補助自転車の制御装置において、

車両の実走行抵抗を検出する走行抵抗検出手段と、

前記実走行抵抗に応じた第 1 駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第 1 補助動力発生手段と、

踏力およびクランク軸回転数に応じた第 2 駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第 2 補助動力発生手段と、

前記第 1 駆動力および第 2 駆動力を加算してモータ駆動系の駆動力とする制御手段とを具備したことを特徴とする電動補助自転車の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電動補助自転車の制御装置に関し、特に、電動補助装置を備えない自転車（以下、「通常の自転車」と呼ぶ）と同様の走行感覚で運転できるようにするのに好適な電動補助自転車の制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

人力でペダルに加えられた力つまり踏力を後輪に伝達するための人力駆動系と、踏力に応じて人力駆動系に補助動力を付加させることができるモータ駆動系とを備えた電動補助自転車が知られている。この電動補助自転車は踏力とペダル回転数とに応じたモータ出力で人力を補助するよう構成されていて、踏力が大きくなるとモータ出力が大きくなって人力は軽減される。すなわち、モータ出力は踏力比例出力である。

【0003】

また、電動補助自転車と通常の自転車との重量差分を補助できるようにモータ出力を発生させることが考えられる。例えば、特開平 8 - 1 2 7 3 8 6 号公報に

は、通常の自転車との重量差分をモータで補助するようにして、手押し走行時の人の負担を軽減するようにした電動補助自転車提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、従来の電動補助自転車は、モータ出力が踏力比例出力であるため、ペダル回転に追従して周期的に大小変化する踏力に対して、この周期的な変化を増幅する方向に補助動力が与えられる。したがって、補助動力によって人の負担は軽減できるが、車速は周期的に変動する傾向がある。

【0005】

一方、上記公報に記載されたように踏力を考慮せずに自転車の重量差分を補助動力でまかなうようにすれば、車速の周期的な変動は発生しない。しかし、従来は、乗車走行時にも踏力を考慮しないで補助動力を与えるようなことは考えられておらず、単に、手押し走行時の部分的な利用に限定されていた。したがって、傾斜路面の走行までも考慮にいと、傾斜センサ等、他の補助制御手段が必要であった。

【0006】

本発明の目的は、上記課題に鑑み、踏力の周期的な変動を増幅させることなく、傾斜路面や平坦路のいずれにおいても通常の自転車と変わらない走行感覚で運転できる電動補助自転車の制御装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明は、人力による駆動力を後輪に伝達するための人力駆動系と、モータによる駆動力を後輪に伝達するモータ駆動系とを備えた電動補助自転車の制御装置において、車両の実走行抵抗に応じた第1駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第1補助動力発生手段と、踏力およびクランク軸回転数に応じた第2駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第2補助動力発生手段と、車両の運転状態を判別する運転状態判別手段と、運転状態に応じて、前記第1駆動力および第2駆動力を選択的にまたは組み合わせて発生させる制御手段とを具備した点に第1の特徴がある。

【 0 0 0 8 】

また、本発明は、人力による駆動力を後輪に伝達するための人力駆動系と、モータによる駆動力を後輪に伝達するモータ駆動系とを備えた電動補助自転車の制御装置において、車両の実走行抵抗を検出する走行抵抗検出手段と、前記実走行抵抗に応じた第1駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第1補助動力発生手段と、踏力およびクランク軸回転数に応じた第2駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第2補助動力発生手段と、前記実走行抵抗に基づいて路面の傾斜状態を判別する判別手段を具備し、前記傾斜状態により平坦地であると判断された場合に、前記第1駆動力および第2駆動力、または第2駆動力のみを選択的に発生させる点に第2の特徴がある。

【 0 0 0 9 】

また、本発明は、前記運転状態判別手段により、運転状態が車両の漕ぎ始めであると判断された場合に、前記第1駆動力および第2駆動力、または第2駆動力のみを選択的に発生させるよう、前記制御手段が構成された点に第3の特徴がある。

【 0 0 1 0 】

さらに、本発明は、人力による駆動力を後輪に伝達するための人力駆動系と、モータによる駆動力を後輪に伝達するモータ駆動系とを備えた電動補助自転車の制御装置において、車両の実走行抵抗に応じた第1駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第1補助動力発生手段と、踏力およびクランク軸回転数に応じた第2駆動力を前記モータ駆動系で発生させる第2補助動力発生手段と、前記第1駆動力および第2駆動力を加算してモータ駆動系の駆動力とする制御手段とを具備した点に第4の特徴がある。

【 0 0 1 1 】

上記特徴によれば、走行時に実際に電動自転車が受ける抵抗（実走行抵抗）を減少させるように第1補助動力が発生させられるとともに、踏力に対応する第2補助動力が発生させられる。そして、これらの補助動力は運転状態に応じて使い分けられる。

【 0 0 1 2 】

特に第 2 の特徴によれば、路面の傾斜状態に応じて第 1 および第 2 補助動力が使い分けられ、傾斜状態に応じて適切な補助動力を与えることができる。また、第 3 の特徴によれば、車両の漕ぎ始めにおいて、第 1 および第 2 補助動力が使い分けられる。さらに、第 4 の特徴によれば、走行抵抗が低い領域でも良好に補助動力を発生させることができる。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態を説明する。図 2 は、本発明の一実施形態に係る制御装置を有する電動補助自転車の側面図である。電動補助自転車の車体フレーム 1 は、車体前方に位置するヘッドパイプ 2 と、ヘッドパイプ 2 から後下がり延びるダウンパイプ 3 と、ダウンパイプ 3 に連結されて後方に延びるリヤフォーク 4 と、ダウンパイプ 3 の最下端から上方に立ち上がるシートポスト 5 とを備える。

【 0 0 1 4 】

ヘッドパイプ 2 にはフロントフォーク 6 が回動自在に支持される。フロントフォーク 6 の下端には前輪 7 が軸支され、フロントフォーク 6 の上端には操向ハンドル 8 が取り付けられる。操向ハンドル 8 には、ブレーキレバー 9 が設けられ、ブレーキレバー 9 から引き出されるケーブル 10 は、フロントフォーク 6 に固定された前輪ブレーキ 11 に連結される。同様に後輪ブレーキ用のブレーキレバーも操向ハンドル 8 に設けられるが、図示は省略している。また、ブレーキレバー 9 には、このブレーキレバー 9 が操作されたことを感知するブレーキセンサ（図示せず）が設けられる。

【 0 0 1 5 】

シートポスト 5 の上端に連結される左右一対のステー 12 は後下がり延び、下端近傍でリヤフォーク 4 と結合される。リヤフォーク 4 とステー 12 とが結合されてなる部材には後輪 13 が支持され、さらに前記部材に支持されて後輪 13 のハブと同軸上に補助動力源としてのモータ 14 が設けられる。モータ 14 としては、高トルクかつ低フリクションである三相ブラシレスモータが好ましい。このモータ 14 の具体的な構造や制御に関しては後述する。

【0016】

シートポスト5には、上端にシート15を備えた支持軸16が、シート15の高さを調整可能なように装着される。シート15の下方でシートポスト5と後輪13との間にはモータ14に電力を供給するバッテリー17が設けられる。バッテリー17は、シートポスト5に固着されるブラケット18に保持される。ブラケット18には給電部19が設けられ、この給電部19は、図示しない電線でモータ14に結合されるとともに、バッテリー17の電極に接続される。バッテリー17の上部は、バンド20とバックル金具21とからなる締結具でシートポスト5に支持される。

【0017】

前記ダウンパイプ3とシートポスト5との交差部には、車体の左右に延びるクランク軸22が支持され、クランク軸22には、クランク23を介してペダル24が結合される。クランク軸22には図示しない踏力センサを介して駆動スプロケット25が連結され、ペダル24に加えられた踏力は踏力センサを介して駆動スプロケット25に伝達される。

【0018】

駆動スプロケット25と後輪13のハブに設けられた従動スプロケット26間にはチェーン27が掛け渡される。チェーン27の張り側および駆動スプロケット25にはチェーンカバー28が被せられる。クランク軸22には、クランク軸22の回転センサが設けられる（図示せず）。回転センサとしては、自動車用エンジンのクランク軸回転検出に用いられるセンサ等、公知のものを使用できる。

【0019】

続いて、クランク軸22に装着された踏力検出装置を説明する。図18はクランク軸22周辺の断面図であり、図19は図18のA-A矢視図である。ダウンパイプ3に固着された支持パイプ100の両端に螺挿されたキャップ101L、101Rとクランク軸22に形成された段差との間にはボールベアリング102L、102Rがそれぞれ嵌挿され、クランク軸22を回転自在に支承する。

【0020】

クランク軸22の左右端には、ボルト103Bに適合するナット103Cでク

ランク 23 がそれぞれ固定される（右側のみ図示）。クランク 23 と支持パイプ 100 との間にはワンウェイクラッチ 104 の内輪 105 が固定される。内輪 105 の外周には駆動スプロケット 25 がブッシュ 105A を介して回動自在に支承されている。駆動スプロケット 25 のスラスト方向の位置はナット 106A とプレート 106B とによって規制されている。

【0021】

駆動スプロケット 25 には蓋体 107 が一体的に設けられていて、これら駆動スプロケット 25 と蓋体 107 で囲繞された空間には、伝達プレート 108 が配設されている。伝達プレート 108 は駆動スプロケット 25 に対して同軸で、かつクランク軸 22 を軸とした回転方向では互いに予定量のずれが許容されるよう支持されている。

【0022】

駆動スプロケット 25 および伝達プレート 108 にまたがって、複数（ここでは 6 個）の窓 109 が穿設されており、この窓 109 の内側には圧縮コイルばね 110 がそれぞれ収容されている。圧縮コイルばね 110 は駆動スプロケット 25 および伝達プレート 108 間で、互いに回転方向のずれが生じたときに、ずれに対する抗力を生ずるように作用する。

【0023】

伝達プレート 108 のハブの内周にはワンウェイクラッチ 104 の外輪としてのラチェット歯 111 が形成されていて、このラチェット歯 111 は前記内輪 105 に支持されて放射方向にばね 112 で付勢されているラチェット爪 113 と係合する。ワンウェイクラッチ 104 には防塵のためのカバー 114 が設けられる。

【0024】

伝達プレート 108 には、踏力伝達リング 124 に固着された踏力伝達用の突起部 115 が係合する係止孔 116 が設けられる。駆動用スプロケット 25 には、突起部 115 を係止孔 116 に係合可能にするための窓 117 が設けられていて、突起部 115 はこの窓 117 を貫通して、係止孔 116 に嵌合される。

【0025】

駆動スプロケット25および伝達プレート108にまたがって、前記窓109とは別の小窓が複数（ここでは3個）穿設されており、この小窓の内側には圧縮コイルばね118がそれぞれ収容される。圧縮コイルばね118は伝達プレート108をその回転方向119側に付勢するように配置されている。すなわち、駆動スプロケット25と伝達プレート108との結合部のガタを吸収する方向に作用しており、伝達プレート108の変位が駆動スプロケット25へ良好な応答性で伝達されるように機能する。

【0026】

駆動スプロケット25の、車体寄りつまりダウンパイプ3側には、踏力検知装置のセンサ部分（踏力センサ）47が装着されている。踏力センサ47は駆動スプロケット25に固定された外側リング120と、この外側リング120に対して回転自在に設けられ、磁気回路を形成するためのセンサ本体121とを有する。

【0027】

外側リング120は電気絶縁性を有する材料で形成されており、図示しないボルトで駆動スプロケット25に固定される。外側リング120の、駆動スプロケット25側にはカバー122が設けられ、止めねじ123で外側リング120に固定されている。

【0028】

図20は、センサ本体121の拡大断面図である。前記クランク軸22と同心にコイル125が設けられ、このコイル125の軸方向両側に配置されて、コイル125の外周方向に張り出した一対のコア126A、126Bが設けられる。また、前記コア126A、126B間には、環状の第1誘導体127と第2誘導体128が設けられる。第1誘導体127と第2誘導体128とは、踏力伝達リング124から伝達される踏力に応じて互いに円周方向で変位可能であり、この変位によって、コア126A、126B間における部分での互いの重なり量が変化するように構成される。その結果、コイル125に通電したとき、コア126A、126Bおよびコアカラー129、ならびに第1誘導体127および第2誘導体128を含む磁気回路の磁束は踏力に応じて変化する。そこで、この磁束の

関数であるコイル 1 2 5 のインダクタンス変化を検出して踏力検出することができる。なお、図 1 9 において、符号 1 3 0、1 3 1 はセンサ本体 1 2 1 の支持部材、符号 1 3 2 はベアリング、符号 1 3 3 はコイル 1 2 5 から引き出されるリード線である。

【 0 0 2 9 】

上記踏力検出装置は、本出願人の先願（特願平 1 1 - 2 5 1 8 7 0 号（整理番号 A 9 9 - 1 0 2 6））の明細書に詳細に記載されている。なお、踏力検出装置は上述のものに限らず、公知のものを適宜選択して使用できる。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、モータ 1 4 の断面図である。リヤフォーク 4 の後端およびステータ 1 2 の下端の接合部から後方に張り出したプレート 2 9 には、変速機を組み込んだシリンダ 3 0 が軸 3 1 で支持される。シリンダ 3 0 の外周にはホイールハブ 3 2 が嵌合される。ホイールハブ 3 2 は内筒および外筒を有する環状体であり、内筒の内周面がシリンダ 3 0 の外周に当接する。ホイールハブ 3 2 の側面には、シリンダ 3 0 から張り出した連結板 3 3 がボルト 3 4 によって固定される。ホイールハブ 3 2 の外筒の内周にはモータ 1 4 のロータ側磁極を構成するネオジウム磁石 3 5 が所定間隔をおいて配置される。すなわち外筒は磁石 3 5 を保持したロータコアを構成する。

【 0 0 3 1 】

ホイールハブ 3 2 の内筒の外周には軸受 3 6 が嵌合し、この軸受 3 6 の外周にはステータ支持板 3 7 が嵌合する。ステータ支持板 3 7 の外周にはステータ 3 8 が配置され、ボルト 4 0 によって取り付けられる。ステータ 3 8 はロータコアつまりホイールハブ 3 2 の外筒と所定の細隙を有するように配置され、このステータ 3 8 には、三相コイル 3 9 が巻装される。

【 0 0 3 2 】

ステータ支持板 3 7 の側面には、ホール素子で構成される磁極センサ 4 1 が設けられる。磁極センサ 4 1 は前記ホイールハブ 3 2 から突出して設けられる磁石 4 2 が通過するときの磁束変化を感知して、ロータとしてのホイールハブ 3 2 の位置信号を出力する。磁極センサ 4 1 はモータ 1 4 の各相に対応して 3 カ所に設

けられる。

【 0 0 3 3 】

また、ステータ支持板 3 7 の側面には、磁極センサ 4 1 からの位置信号によって前記三相コイル 3 9 への通電制御を行うための制御基板 4 3 が設けられ、この制御基板 4 3 上には CPU や F E T 等の制御素子が装着される。なお、制御基板 4 3 は前記磁極センサ 4 1 用の取り付け基板と一体化できる。

【 0 0 3 4 】

ホイールハブ 3 2 の外周には図示しない後輪のリムと連結されるスポーク 4 4 が固着される。さらに、ステータ支持板 3 7 の、前記制御基板 4 3 等が装着された側とは反対側には、ボルト 4 5 によってブラケット 4 6 が固定され、ブラケット 4 6 は前記車体フレームのプレート 2 9 に図示しないボルトで結合される。

【 0 0 3 5 】

このように、後輪 1 3 の軸 3 1 と同軸上に配置したステータとロータとからなる三相ブラシレスモータ 1 4 が設けられ、チェーン 1 7 と従動スプロケット 2 6 とによって伝達される人力に付加される補助動力を発生する。

【 0 0 3 6 】

続いて、上記モータ 1 4 に対する通電制御つまり出力制御について説明する。図 4 は、想定走行路における補助動力の発生態様を示す図であり、横軸は時間軸である。ここでは、平坦路から始まり、上り坂および下り坂を経て、再び平坦路を走行する路面を想定する。この想定走行路において、平坦路から徐々に速度を上げ、上り坂にさしかかった後、定速走行する走行パターンを設定する。図中、曲線で示された駆動力は踏力比例で補助動力を発生させた従来の制御に係るものであり、小さい曲線は踏力 T_a による駆動力（人力） P_h を示し、この曲線と同位相の大きい曲線はモータによる補助動力 P_m を示す。この図から理解されるように、人力 P_h と補助動力 P_m とが 1 対 1 の比となるように制御する従来方式では、上り坂において補助動力 P_m は増大するものの、人力 P_h も高いレベルにある。

【 0 0 3 7 】

これに対して、本実施形態では、平坦路、上り坂および下り坂のいずれの路面においても所定の駆動力つまり軽快車の平地走行抵抗相当分の駆動力を人が分担

するように制御する。具体的には、走行によって生じる走行抵抗 R_a のうち、一般に軽快車と呼ばれる、通常の自転車のうちでも比較的重量の小さい車両を平坦路で運転するときの抵抗分のみを人力で負担し、残りをモータ 14 の出力で補助するようにする。これによって、運転者はどのような路面であっても平坦路を軽快車で走行するときのような感覚で運転できる。図 4 において、走行時に実際に発生する抵抗 R_a に対して、補助動力 P_m を与えるようにモータトルクを発生させる。この際、 $(R_a - P_m)$ が所定値となるようにモータトルクは決定される。つまり、運転者は軽快車の平地走行抵抗に相当する所定の踏力 T_a によって自転車を走行させることができる。

【0038】

以下に、上記出力制御をさらに詳細に説明する。但し、上記の内容は、本実施形態における出力制御の基本的概念であり、以下に述べる具体的な制御では、種々の変形も含んでいる。

【0039】

図 1 は、実走行抵抗に応じてモータ 14 の出力を制御する制御装置の要部機能ブロック図であり、この機能における演算部および記憶部等はマイクロコンピュータによって実現できる。同図において、踏力検出部 51 は踏力センサ 47 の検出信号により踏力 T_a を検出する。クランク回転数検出部 52 はクランク回転センサ 48 の検出信号によりクランク回転数 N_{CR} を検出する。人力算出部 53 は、ペダル 24 から入力される踏力に比例した駆動力 P_h を、次式（式 1）を使用して算出する。 $P_h = T_a \times N_{CR} \times k_1 \dots$ （式 1）。但し、 k_1 は係数である。

【0040】

総駆動力算出部 54 は人力によって得られる駆動力 P_h とモータトルク T およびモータ回転数 N_m に基づくモータ出力とを加算して総駆動力 P_w を算出する。ここで使用されるモータトルク T は前回値つまり前回値メモリ 61 に格納されている値 $T-1$ である。

【0041】

モータ回転数検出部 56 はモータ回転センサ 49 の検出信号によりモータ回転数 N_m を検出する。車速検出部 57 は車速センサ 50 の検出信号により車速 V を

検出する。なお、モータ回転センサ 49 および車速センサ 50 として前記磁極センサ 41 を使用できる。

【0042】

車速メモリ 58 には車速 V の前回検出値 $V-1$ が記憶される。車速変化量算出部 59 は車速 V の前回値 $V-1$ と今回値 V との差 ΔV を算出する。標準走行抵抗演算部 60 は車速 V により通常の自転車の平地走行抵抗 R_r をマップ検索する。

【0043】

走行抵抗算出部 62 は総駆動力 P_w および車速変化量 ΔV に基づいて車速 V 毎のマップを検索して実走行抵抗 R_a を算出する。実走行抵抗 R_a を求めるマップは後述する。なお、走行抵抗算出部 62 では、総駆動力 P_w に代えて総駆動力 P_w の積算値を用いてもよい。すなわち、総駆動力積算部 55 を設けて、その出力を使用できる。総駆動力積算部 55 は、予定時間毎または予定期間毎の総駆動力 P_w を積算して積算値 $P \cdot h$ を求める。例えば、クランク軸 22 の 1 回転中の総駆動力 P_w の積算値 $P \cdot h$ を求める。

【0044】

補助動力算出部 63 は実走行抵抗 R_a から通常の自転車の平地走行抵抗 R_r を減算してモータ 14 による補助動力 P_m を算出する。モータトルク算出部 64 では、モータ回転数 N_m と補助動力 P_m とに基づいてモータ 14 に指令するモータトルク T を算出する。モータトルク T は予めモータ回転数 N_m と補助動力 P_m との関数として設定されるマップを検索することによって求める。算出されたモータトルク T はモータ 14 の制御部に出力されるとともに、前回値メモリ 61 に格納される。

【0045】

このように、上記制御装置によれば、ペダル 24 を一漕ぎする間の投入エネルギーに対応する車速変化によって実走行抵抗 R_a が求められ、この実走行抵抗 R_a のうち、通常の自転車の平地走行時の走行抵抗分 R_r を除いた分がモータ 14 の出力となって人力に付加される。

【0046】

図 5 は、上記制御装置の要部機能（その 2）を示すブロック図である。この制

御装置では、路面傾斜判断手段を備え、路面傾斜に応じて補助動力 P_m を増減調整できる。図5において、アシスト車平地走行抵抗算出部65を備え、車速 V に基づいて、予め定めたマップを検索してアシスト車平地走行抵抗 R_1 を算出する。路面傾斜判断部66は、走行抵抗算出部62で算出された実走行抵抗 R_a とアシスト車平地走行抵抗 R_1 とに基づき、実走行抵抗 R_a が平地走行抵抗 R_1 より予定以上に大きい場合は、上り坂走行であると判断し、実走行抵抗 R_a が平地走行抵抗 R_1 より予定より小さい場合は、下り坂走行であると判断する。上り坂開始時は、タイマ67を起動し、このタイマ67による計測が終了するまで補助力増大部68を付勢する。一方、下り坂開始時は、タイマ69を起動し、このタイマ69による計測が終了するまで補助動力低減部70を付勢する。

【0047】

補助動力増大部68は補助動力の算出に使用される係数を、補助動力 P_m が増大するように補正し、補助動力低減部70は、補助動力の算出に使用される係数を、補助動力 P_m が低下するように補正する。補助動力算出部63は、補助動力増大部68および補助動力低減部70から供給される補正された係数に従って、路面傾斜に応じて補正された補助動力 P_m を出力する。

【0048】

図6は、補助動力決定のタイミングを示す図である。同図には、車速 V 、踏力 T_a 、モータによる補助動力 P_m 、並びにこれらの検出・演算タイミングを示す。各センサの検出出力は踏力 T_a の最小値が検出されたときから、次に踏力 T_a が最小値になるまでの間に読み込まれる。そして、踏力 T_a が最小値となったときに、その時点での各センサの検出値をもとに、次の補助動力 P_m の演算を開始する。また、踏力 T_a が最小値となったときに、車速 V を検出し、前回の車速との差 ΔV を算出する。例えば、タイミング t_1 、 t_2 、 t_3 で、補助動力 P_m の演算と、車速差 $(V - V-1)$ の演算とを行う。また、タイミング t_1 、 t_2 、 t_3 で演算開始された補助動力 P_m を得るための通電デューティをタイミング t_1' 、 t_2' 、 t_3' でそれぞれ指示する。

【0049】

図7は、モータ14の出力制御回路図であり、図8は通電タイミングと通電デ

ューティを示す図である。図7において、全波整流器71は3相のステータコイル39に接続されたFET（一般的には個体スイッチング素子）71a, 71b, 71c, 71d, 71e, 71fを有し、このFET71a~71fはドライバ72によって通電制御される。通電デューティは前記モータトルク算出部64から供給される指示に基づいてデューティ設定部73で設定されドライバ72に入力される。

【0050】

補助動力 P_m を付与する駆動タイミングにおいては、前記デューティ設定部73からドライバ72に通電デューティが供給され、ドライバ72はこの通電デューティに従い、FET71a~71fを付勢し、バッテリー17から電流を供給する。一方、回生出力を発生させる場合は、前記駆動タイミングから電気角で180度ずれた回生タイミングにおいて、前記デューティ設定部73からドライバ72に通電デューティが供給され、ドライバ72はこの通電デューティに従い、FET71a~71fを付勢する。回生タイミングでFET71a~71fが付勢されると、ステータコイル39に発生した電流はFET71a~71fで整流され、バッテリー17に給電される。

【0051】

なお、駆動タイミングか回生タイミングであるかは、モータトルク算出部64から供給される要求モータトルク T をもとにトルク判断部74で判断される。モータトルクの要求値 T が正であるときは駆動タイミングに通電タイミングを設定し、モータトルクの要求値 T が負であるときは回生タイミングに通電タイミングを設定する。

【0052】

図8において、FET71a~71fは通電角を電気角120度に設定して付勢される。同図は、駆動タイミングでの通電タイミングを示し、回生タイミングでは、ハイ側のFET71a, 71c, 71eをこの駆動タイミングから電気角で180度ずらせる。

【0053】

図9、図10は、実走行抵抗に応じた補助動力を発生する処理の要部フローチ

ャートである。同図において、ステップS1では、モータ回転センサ49の検出出力に基づいて車速Vを算出する。ステップS2では、車速Vに基づいて電動補助自転車（以下、「アシスト車」という）の平地走行抵抗R1、および通常の自転車（軽快車）の平地走行抵抗Rrを算出する。例えば、車重量12kgの軽快車を体重55kgの人が運転する場合を標準の平地走行抵抗Rrとし、車重量26kgのアシスト車を体重65kgの人が運転する場合をアシスト車の平地走行抵抗R1とする。

【0054】

これら平地走行抵抗R1、Rrは、予め設定されているマップから検索することができる。図11は、車速Vと平地走行抵抗R1、Rrとの関係についてその一例を示すマップである。同図には、アシスト車の平地走行抵抗R1および通常の自転車の平地走行抵抗Rrを、それぞれ車速Vの関数として示す。このマップに車速Vを適用してアシスト車の平地走行抵抗R1および通常の自転車の平地走行抵抗Rrを求めることができる。

【0055】

図9に戻り、ステップS3では、前回検出した車速V-1と今回検出した車速Vとの差（ $V - V-1$ ）を算出して車速変化量 ΔV （値が負のときは減速）を求める。ステップS4では、踏力センサ47およびクランク回転センサ48の検出出力により、それぞれ踏力Taおよびクランク回転数NCRを検出する。ステップS5では、次式（式2）により、踏力Taおよびクランク回転数NCRの関数である踏力比例分の出力つまりモータトルクT0を算出する。モータトルク $T0 = f(Ta, NCR) \dots$ （式2）。

【0056】

ステップS6では、モータ回転センサ49の出力つまりモータ14の回転数Nmを検出する。ステップS7では、前回のモータトルクT-1を前回値メモリ61から読み出す。ステップS8では、次式（式3）により、総駆動力Pwつまり入力Phと補助動力Pm-1との総計を算出する。駆動力 $Pw = (Ta \times NCR \times k1) + (T-1 \times Nm \times k2) \dots$ （式3）。ここで、k1、k2は係数である。

【0057】

ステップS9では、次式（式4）により、駆動力 P_w 、速度変化量 ΔV 、および車速 V の関数である実走行抵抗 R_a を算出する。実走行抵抗 $R_a = f(P_w, \Delta V, V) \dots$ （式5）。この実走行抵抗 R_a の算出は、具体的には、駆動力 P_w 、速度変化量 ΔV および実走行抵抗 R_a の関係マップを複数段階の車速 V 毎（例えば5 km/時毎）に準備しておき、このマップを検索して求めることができる。図12は、駆動力 P_w 、速度変化量 ΔV および実走行抵抗 R_a の関係を速度変化量 ΔV をパラメータとしたマップの一例である。同図には、アシスト車の平地走行抵抗 R_1 および通常の自転車の平地走行抵抗 R_r を、それぞれ車速 V の関数として示す。このようなマップを複数段階の車速 V 毎に用意する。上述のように、駆動力 P_w に代えて1サイクルつまりクランク軸22の1回転毎の総駆動力の積算値 $P \cdot h$ を用いてもよい。

【0058】

ステップS10では、路面の傾斜判断つまり上り坂か下り坂かの判断を行う。この判断は実走行抵抗 R_a とアシスト車の平地走行抵抗 R_1 との比の値によって判断することができる。例えば、比の値（ R_a/R_1 ）が「5」以上では上り坂、「-1」では下り坂、これらの中間の値では平坦地と判断する。

【0059】

上り坂と判断されれば、ステップS11に進み、下り傾斜であることを示すフラグF1をクリアにする。ステップS12では、上り坂を示すフラグF0がセットされているか否かを判別し、これが肯定ならばステップS23（図10）に進む。ステップS12が否定ならばステップS13で係数 K に「1.2」をセットする。係数 K を大きくすることにより、後述のように、補助動力 P_m が小さくなり、上り坂にさしかかったことを運転者に実感させることができる。

【0060】

ステップS14では、カウンタ値 n をインクリメントする。ステップS15では、カウンタ値 n が「5」になったか否かを判断する。カウンタ値 n が「5」になったならばステップS16で該カウンタ値 n をクリアにし、フラグF0をクリアにして、ステップS23（図10）の傾斜補正值算出処理（図15、図16に関して後述）を行う。カウンタ値 n が「5」になっていないときは、ステップS

24 (図10)に進む。

【0061】

一方、下り坂と判断されれば、ステップS17に進み、上り傾斜であることを示すフラグF0をクリアにする。ステップS18では、下り坂を示すフラグF1がセットされているか否かを判別し、これが肯定ならばステップS23 (図10)に進む。ステップS18が否定ならば係数Kに「0.8」をセットする。係数Kを小さくすることにより、後述のように、補助動力 P_m が大きくなり、下り坂になったことを運転者に実感させることができる。ステップS20では、カウンタ値 m をインクリメントする。ステップS21では、カウンタ値 m が「3」になったか否かを判断する。カウンタ値 m が「3」になったならばステップS22で該カウンタ値 m をクリアにし、フラグF1をクリアにして、ステップS23に進む。カウンタ値 m が「3」になっていないときは、ステップS24 (図10)に進む。ステップS10で平坦地であると判断されたときは、係数Kやカウンタ値 m 、 n 等の処理を行わず、ステップS24に移行する。

【0062】

図10において、ステップS24では、ブレーキスイッチがオンか否かを判断する。ブレーキスイッチがオンになっていれば、ステップS25で係数Kに定数「1.2」を乗算してステップS26に進む。この係数Kの乗算により後述のように回生出力が大きくなる。ブレーキスイッチがオンでない場合は、ステップS25をスキップしてステップS26に進む。ステップS26では、通常の自転車の平地走行抵抗 R_r に係数Kを乗算する。ステップS27では、次式 (式6) により、補助動力 P_m を算出する。補助動力 $P_m = R_a - R_r \cdots$ (式6)。

【0063】

上記式6から理解できるように、補助動力 P_m は通常の自転車の平地走行抵抗 R_r が大きい場合に小さくなり、この平地走行抵抗 R_r が小さい場合に大きくなる。ステップS26で平地走行抵抗 R_r に係数Kが乗算されているので、この係数Kによって補助動力 P_m は変化する。したがって、上り坂であると判断されて係数Kに「1.2」が設定された場合 (ステップS13)、カウンタ n が予定値「5」になるまでの期間は補助動力 P_m が小さくなって、運転者は負荷の増大を感

じる。一方、下り坂であると判断されて係数Kに「0.8」が設定された場合（ステップS19）、カウンタmが予定値「3」になるまでの期間は補助動力 P_m が大きくなって、運転者は負荷の減少を感じる。

【0064】

また、前記ステップS25で係数Kを大きくした場合には、次の理由で回生出力が増大する。すなわち、ブレーキをかけるような状況では総駆動力 P_w は小さく、実走行抵抗 R_a も負の値になっている。したがって、係数Kを大きくして走行抵抗 R_r を大きくすることにより、ステップS27の処理で実走行抵抗 R_a の負の値は一層大きくなり、回生出力は増大する。こうして、ブレーキ操作時には、モータ14による回生制動により効果的に制動できる。

【0065】

ステップS28では、次式（式7）により補助動力 P_m とモータ回転数 N_m との関数であるモータトルク T を算出する。モータトルク $T = f(P_m, N_m) \dots$ （式7）。

【0066】

なお、モータトルク T を次のように変更してもよい。ステップS29では、モータトルク T に、踏力比例分のモータトルク T_0 を加算する。この変更により、走行領域全域で軽快な運転が可能である。

【0067】

ステップS30では、モータ14の通電タイミングを制御する。算出されたモータトルク T が正であればモータ14を制御する前記全波整流器71の制御素子（FET）を駆動時のタイミングで付勢する。一方、算出されたモータトルク T が負であればモータ14を制御する制御素子（FET）を回生のためのタイミングで付勢する。すなわち、駆動時に対して電気角で180度ずれたタイミングを設定する。ステップS31では、通電のデューティをモータトルク T の絶対値に基づいて決定する。

【0068】

ステップS32では、下り坂であると判断されていたときに、車速 V が予定の低速（例えば5 km/時以下）であるか否かを判断する。この判断が否定の場合

は、ステップ S 3 3 に進んで上記ステップ S 2 6, S 2 7 の設定をモータ 1 4 に出力する。すなわち、下りと判断されても押し歩きのような低速状態と判断された場合は、モータ 1 4 の通電制御は行われず、したがって、回生制御出力は発生しない。

【0069】

また、ステップ S 2 9 は次のように変形できる。図 1 3 の変形例において、ステップ S 3 4 では、平坦地か否かを判断し、平坦地の場合は踏力比例分のモータトルク T_0 を加算する（ステップ S 3 5）。また、ステップ S 3 5 に代えてステップ S 3 6 のようにモータトルク T を踏力比例分のモータトルク T_0 で置き換えることができる。これにより、平坦地では、踏力比例による補助動力 P_m を得て運転することができる。

【0070】

さらに、ステップ S 2 9 は次のように変形できる。図 1 4 の変形例において、ステップ S 3 7 では、車速 V が予定の低速（例えば 5 km/時以下）であるか否かを判断し、低速であると判断された場合は、踏力比例分のモータトルク T_0 を加算する（ステップ S 3 8）。また、ステップ S 3 8 に代えてステップ S 3 9 のようにモータトルク T を踏力比例分のモータトルク T_0 で置き換える。これにより、例えば、漕ぎ始めには、踏力に比例したモータトルク T により補助動力が得られる。

【0071】

ステップ S 2 9 ならびにその変形例の機能を図 1 7 に機能ブロック図で示す。同図において、モータトルク算出部 6 4 A は、図 1 に関して説明した算出部 6 4 と同様、モータ 1 4 による補助動力 P_m とモータ回転数 N_m との関数として、モータトルク T を算出する。さらに、モータトルク算出部 6 4 A は、人力算出部 5 3 で検出された踏力比例の駆動力 P_h とクランク回転数 N_{CR} との関数として、モータトルク T_0 を算出する。運転状態判別部 7 5 は、実走行抵抗 R_a 、アシスト車平地走行抵抗 R_1 、および車速 V 等に基づいて車両の運転状態を判別し、その運転状態により、モータトルク T および T_0 の加算値またはモータトルク T_0 をモータ 1 4 に指令する。

【0072】

続いて、前記ステップS23の具体例を説明する。ステップS23では、係数Kを走行路の傾斜に適合するように補正する。まず、上り坂補正の例を示す。図15は、上り坂を走行する場合の車速Vに対応する係数Kの値を示す図である。同図(a)は1秒間の車速変化量が3 km/時未満の例、同図(b)は車速変化量が3 km/時以上の例である。なお、係数Kの初期値は「1.0」とする。図15(a)において、漕ぎ始めのように車速Vが低い（例えば5 km/時以下）場合は、係数Kを小さくして補助動力 P_m を大きくする。そして、車速Vが増大してきた後は、係数Kを初期値に戻す。

【0073】

図15(b)において、車速Vが低いとき（例えば、5 km/時、または10 km/時）は、係数Kを小さくして補助動力 P_m を大きくする。そして、車速Vが増大するに従って、徐々に係数Kを初期値に戻していく。すなわち、加速時は、補助動力 P_m を急には小さくせず、車速Vがある程度（例えば、20 km/時）大きくなるまでは大きい値に維持する。なお、上り坂の走行の補正例は、平坦地の走行にも適用できる。

【0074】

次に下り坂補正の例を示す。図16は、下り坂を走行する場合の車速Vに対応する係数Kの値を示す図である。係数Kの初期値は「1.0」である。図16において、下り坂で漕ぎ始めたような、車速Vが低い（例えば15 km/時以下）場合は、係数Kを小さくして回生出力を小さくする。そして、車速Vが増大してきた場合、例えば、15 km/時から20 km/時の間は、係数Kを車速Vの増大に比例させて大きくし、回生出力を徐々に大きくしていく。さらに車速Vが増大した場合は、車速Vがある程度（例えば、25 km/時）大きくなるまで、係数Kを急激に（例えば、二次曲線的に）、大きくする。これにより、回生出力は急増し、車速Vが急速に制限される。

【0075】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなとおり、請求項1～4の発明によれば、実走行抵抗に

応じた第 1 補助動力を付与している状態において、運転状態に応じて踏力に基づく第 2 補助動力を適宜併用したり、第 2 補助動力のみの運転に切り替えたりする適切な制御を行うことができる。したがって、実走行抵抗が低い領域でも、良好に補助動力を発生させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態に係る制御装置の要部機能を示すブロック図である。

【図 2】 本発明の一実施形態に係る制御装置を有する電動補助自転車の側面図である。

【図 3】 モータの断面図である。

【図 4】 路面状態の変化と駆動力の変化との関係を示す図である。

【図 5】 傾斜面開始時に補助動力の制御機能を示すブロック図である。

【図 6】 車速および踏力による補助動力決定のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図 7】 モータの制御回路図である。

【図 8】 モータの制御タイミングを示すタイミングチャートである。

【図 9】 実走行抵抗に応じた補助動力を発生する処理の要部フローチャート（その 1）である。

【図 10】 実走行抵抗に応じた補助動力を発生する処理の要部フローチャート（その 2）である。

【図 11】 車速と平地走行抵抗との関係を示すマップである。

【図 12】 車速変化量と駆動力とによって実走行抵抗を検索するマップの一例を示す図である。

【図 13】 ステップ S 2 9 の変形例に係るフローチャートである。

【図 14】 ステップ S 2 9 の別の変形例に係るフローチャートである。

【図 15】 補助動力の補正係数と車速との関係を示す図（その 1）である。

【図 16】 補助動力の補正係数と車速との関係を示す図（その 2）である。

【図 1 7】 踏力比例の補助動力と実走行抵抗に応じた補助動力を使い分けるための機能を示すブロック図である。

【図 1 8】 踏力検知装置を組込んだ人力駆動装置の要部断面図である。

【図 1 9】 図 1 8 の A - A 矢視図である。

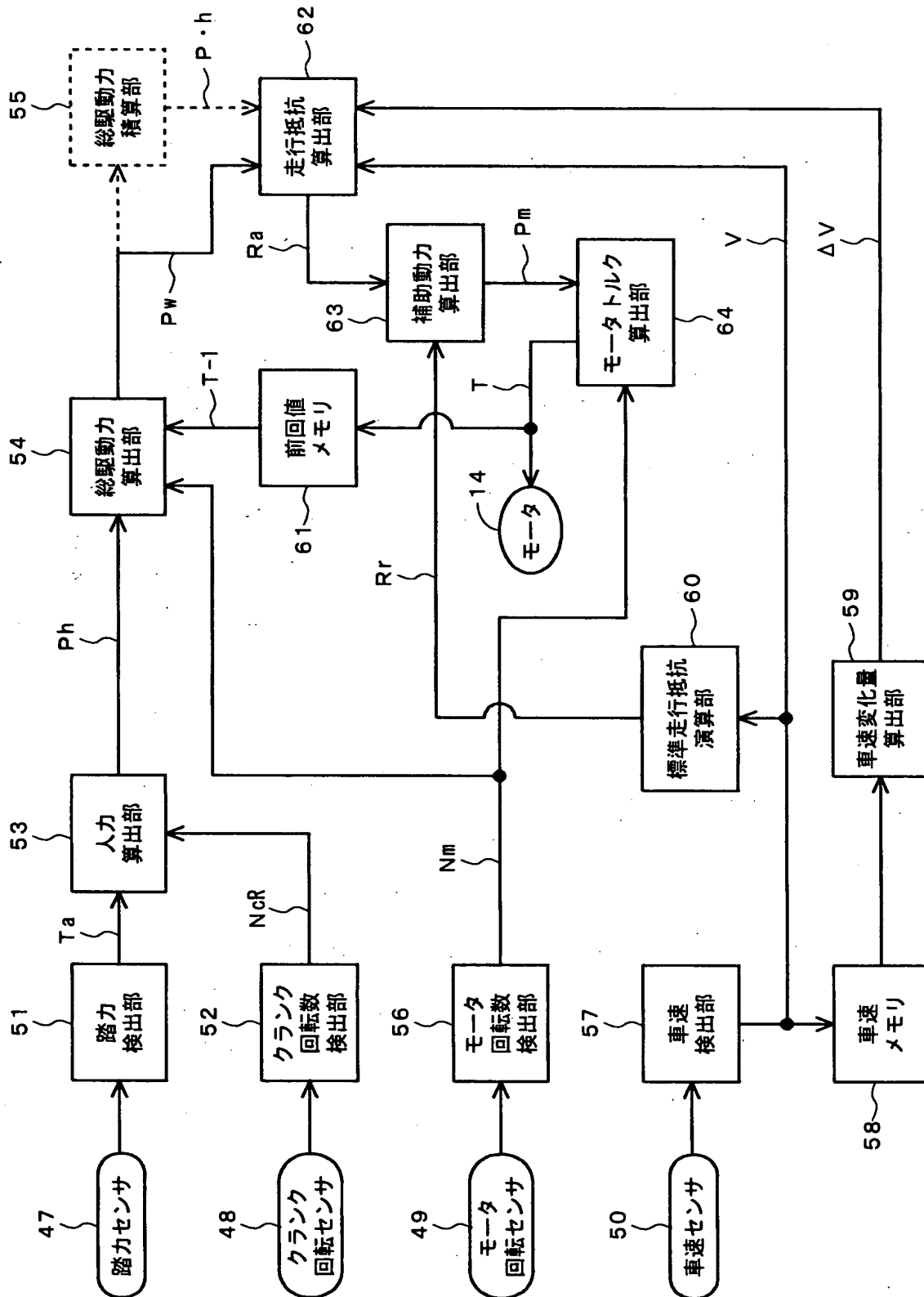
【図 2 0】 踏力検出装置の拡大断面図である。

【符号の説明】

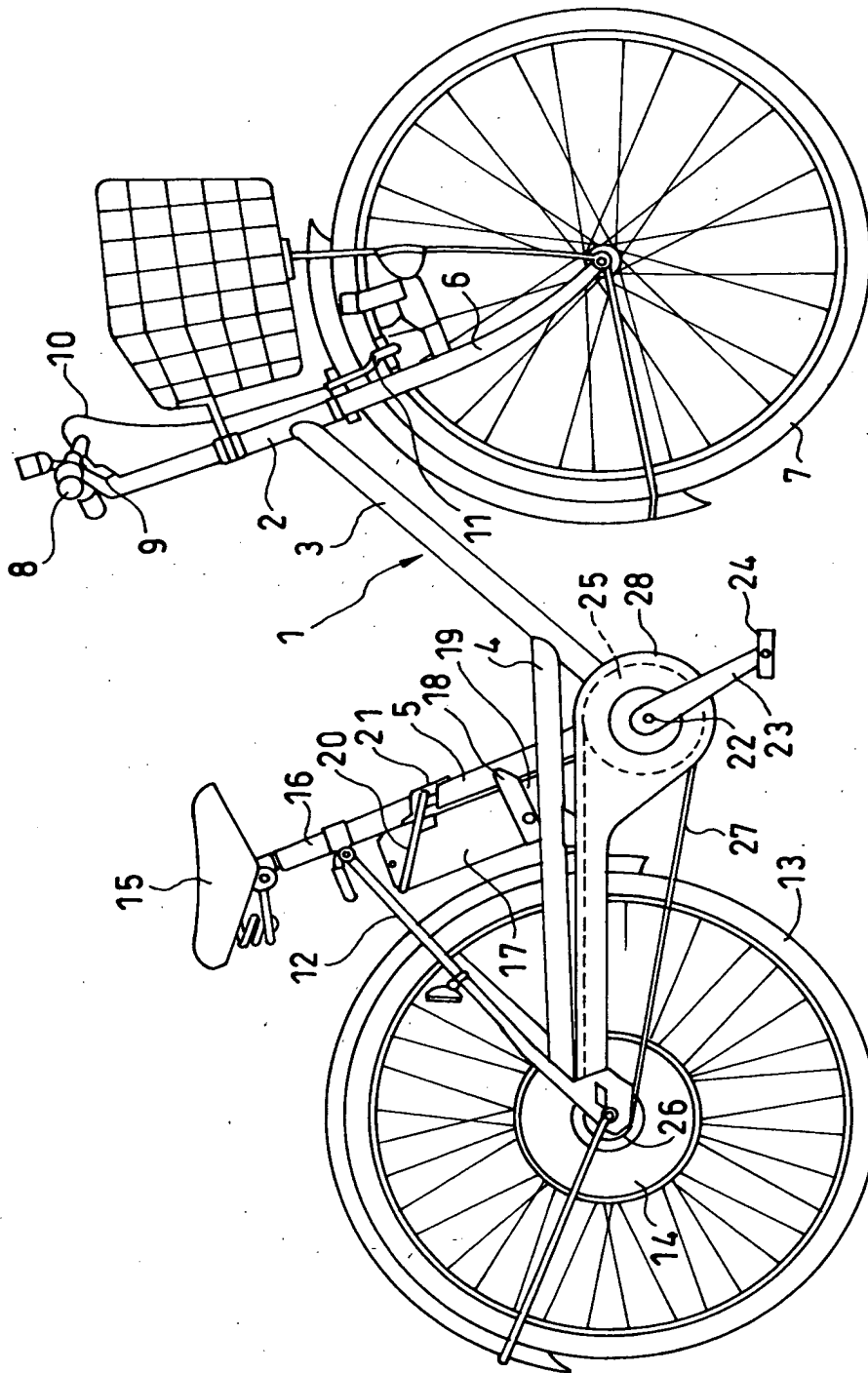
1 … 車体フレーム、 5 … シートポスト、 8 … 操向ハンドル、 9 … ブレーキレバー、 1 4 … モータ、 1 7 … バッテリ、 2 2 … クランク軸、 2 4 … ペダル、 2 7 … チェーン、 3 2 … ホイールハブ、 3 5 … 磁石、 3 7 … ステータ支持板、 3 9 … ステータコイル、 4 1 … 磁極センサ、 4 3 … 基板、 4 7 … 踏力センサ、 4 8 … クランク回転センサ、 4 9 … モータ回転センサ、 5 0 … 車速センサ、 5 9 … 車速変化量算出部、 6 2 … 走行抵抗算出部、 7 5 … 運転状態判別部

【書類名】 図面

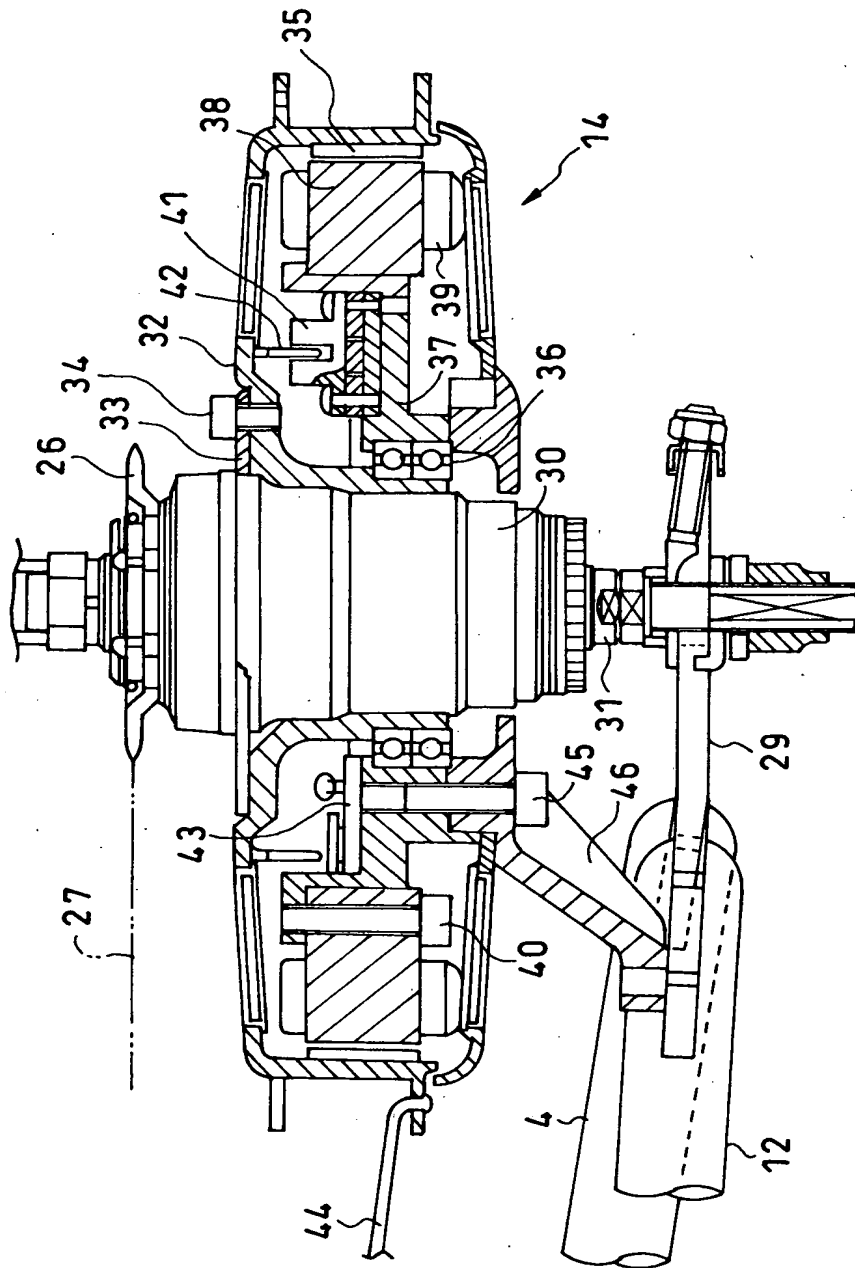
【図 1】



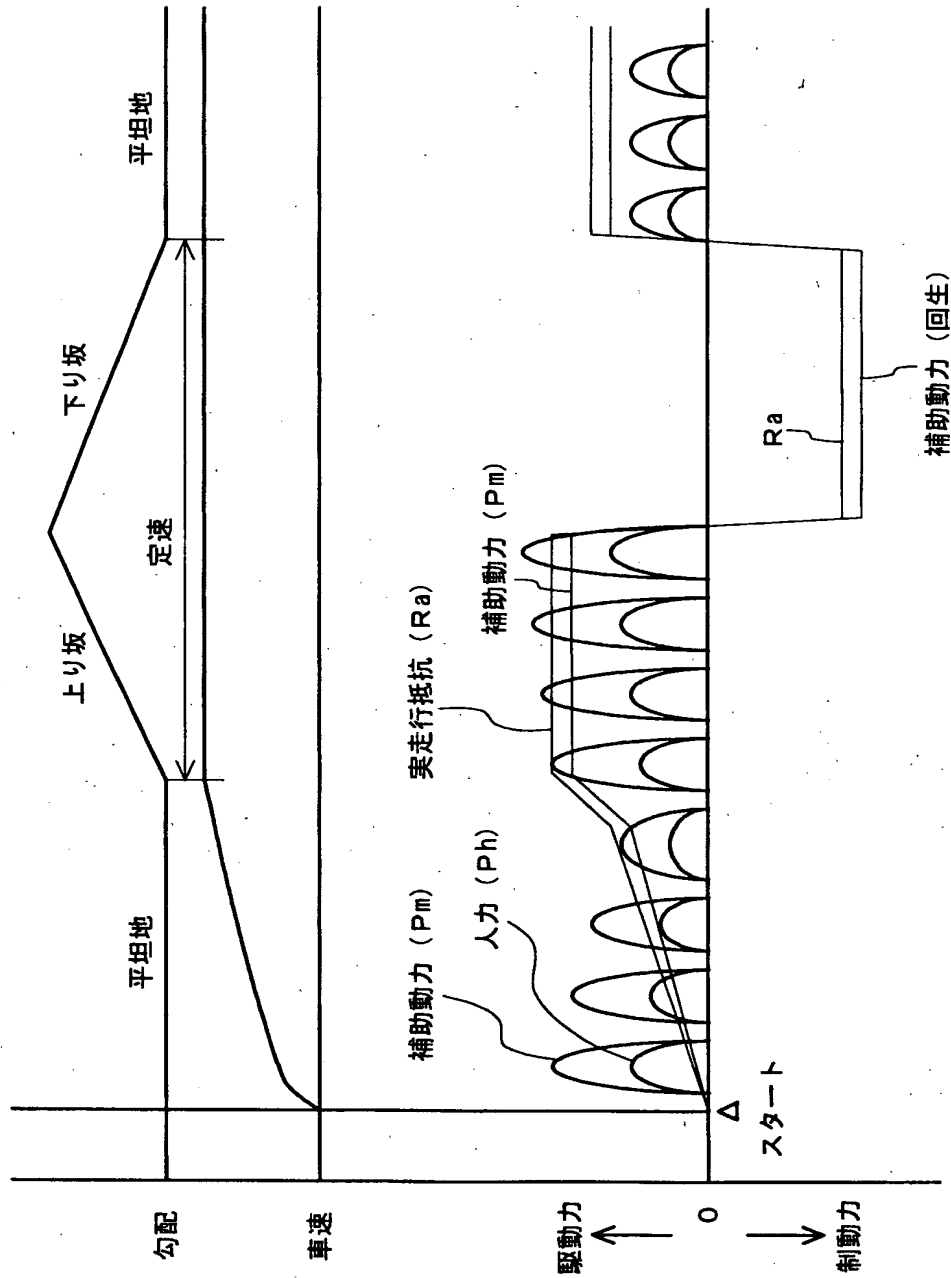
【図 2】



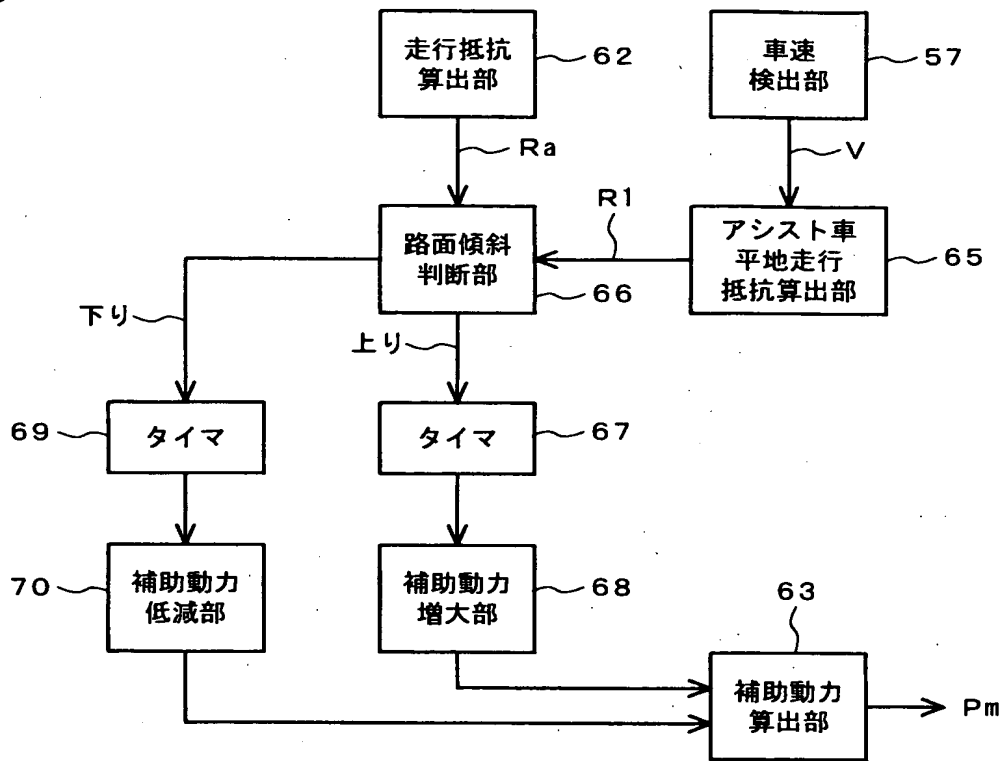
【図 3】



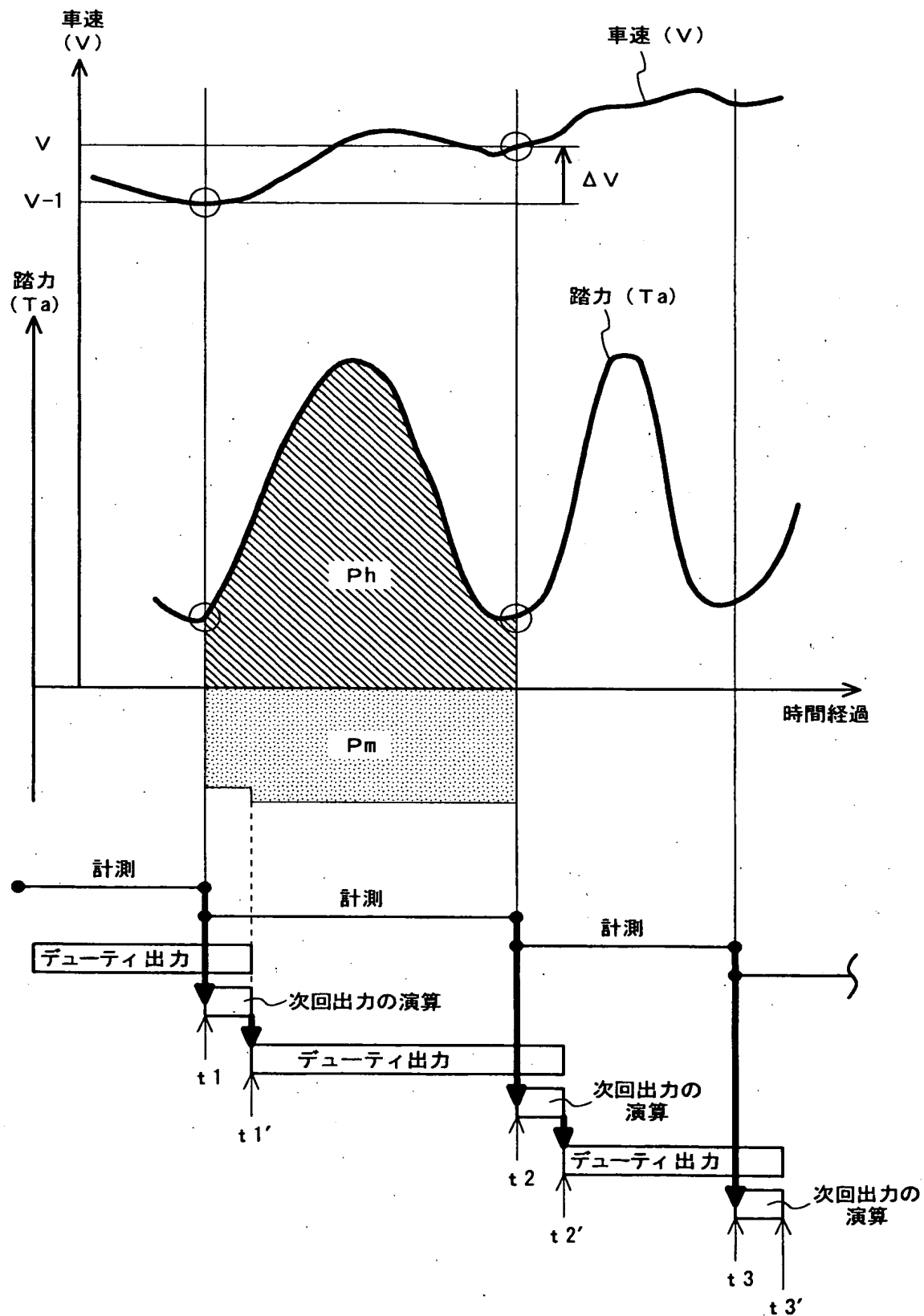
【図4】



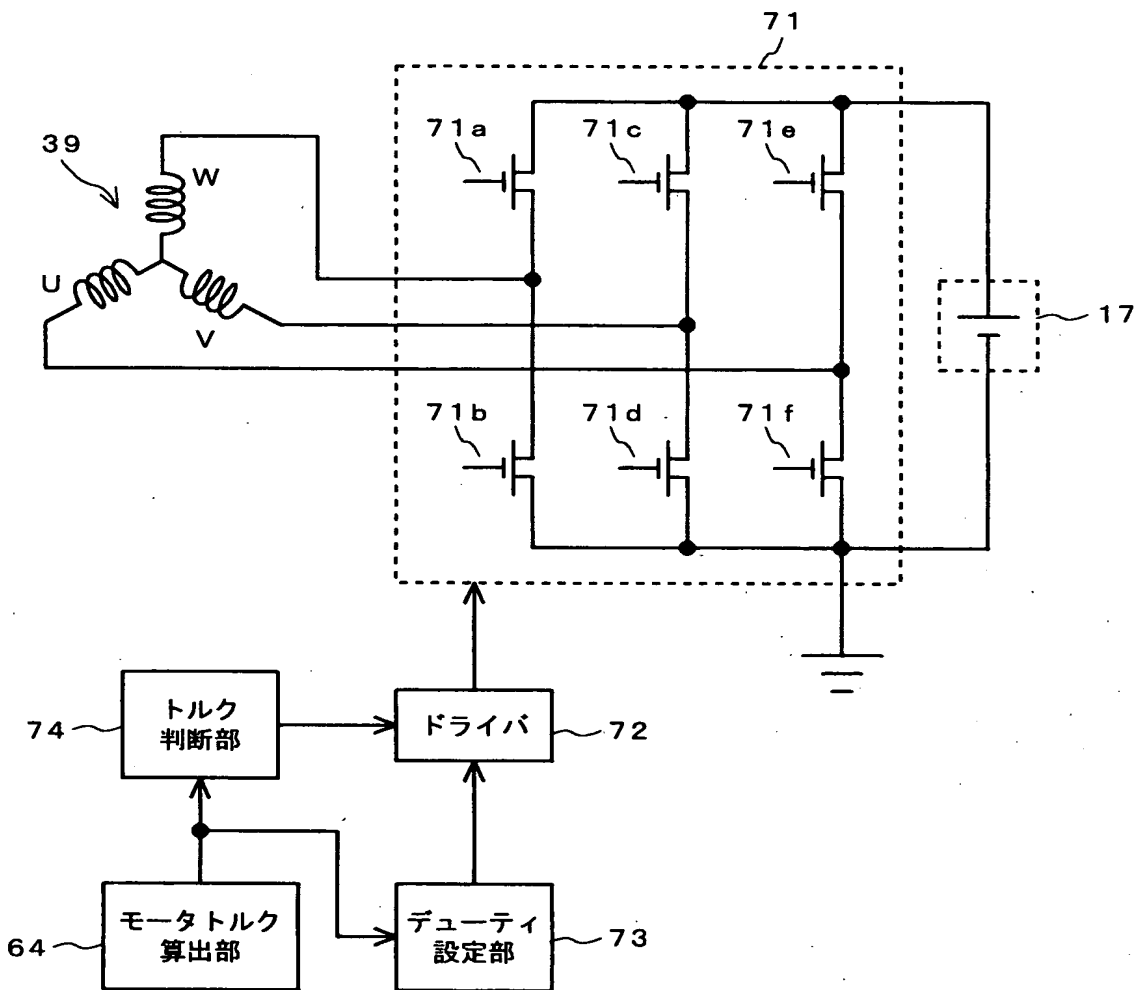
【図 5】



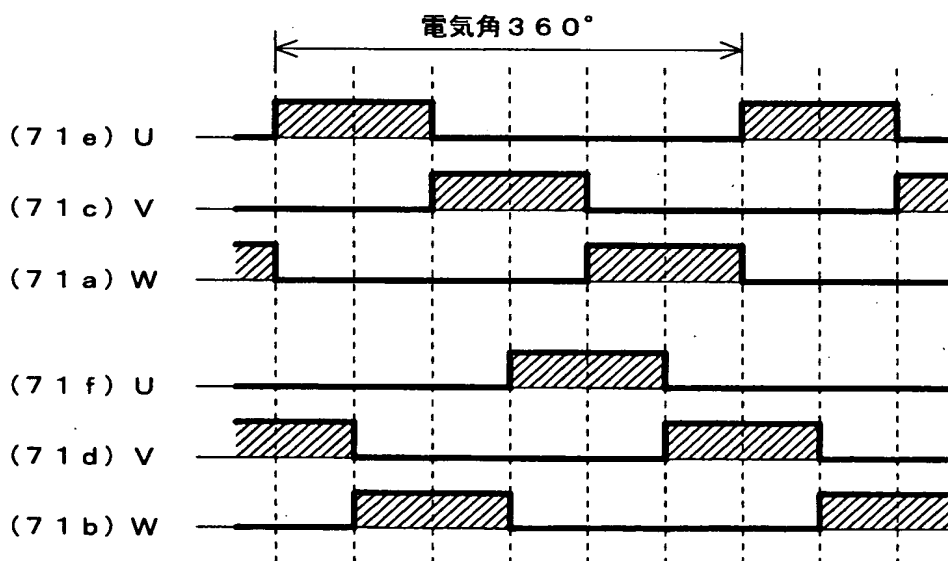
【図6】



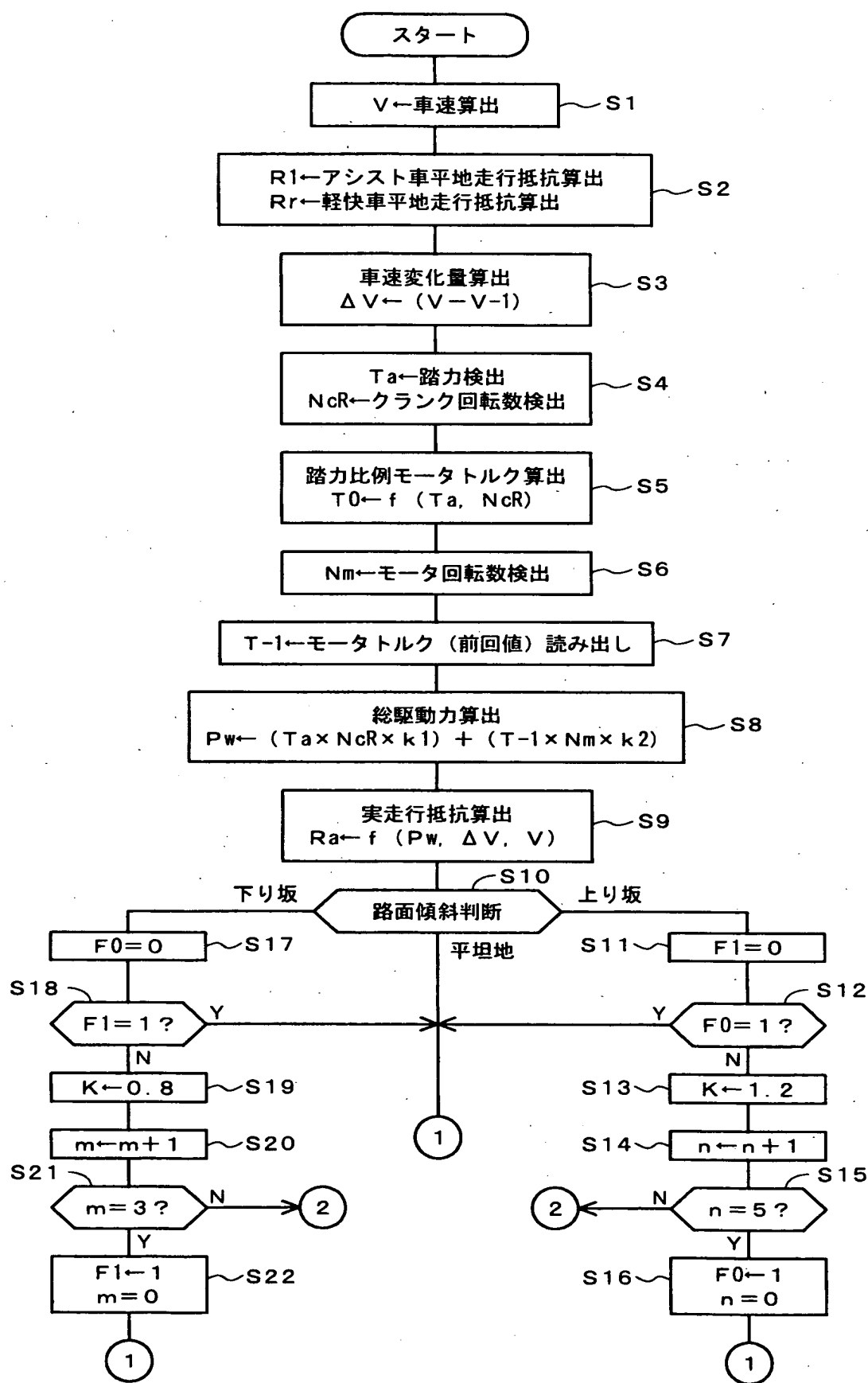
【図 7】



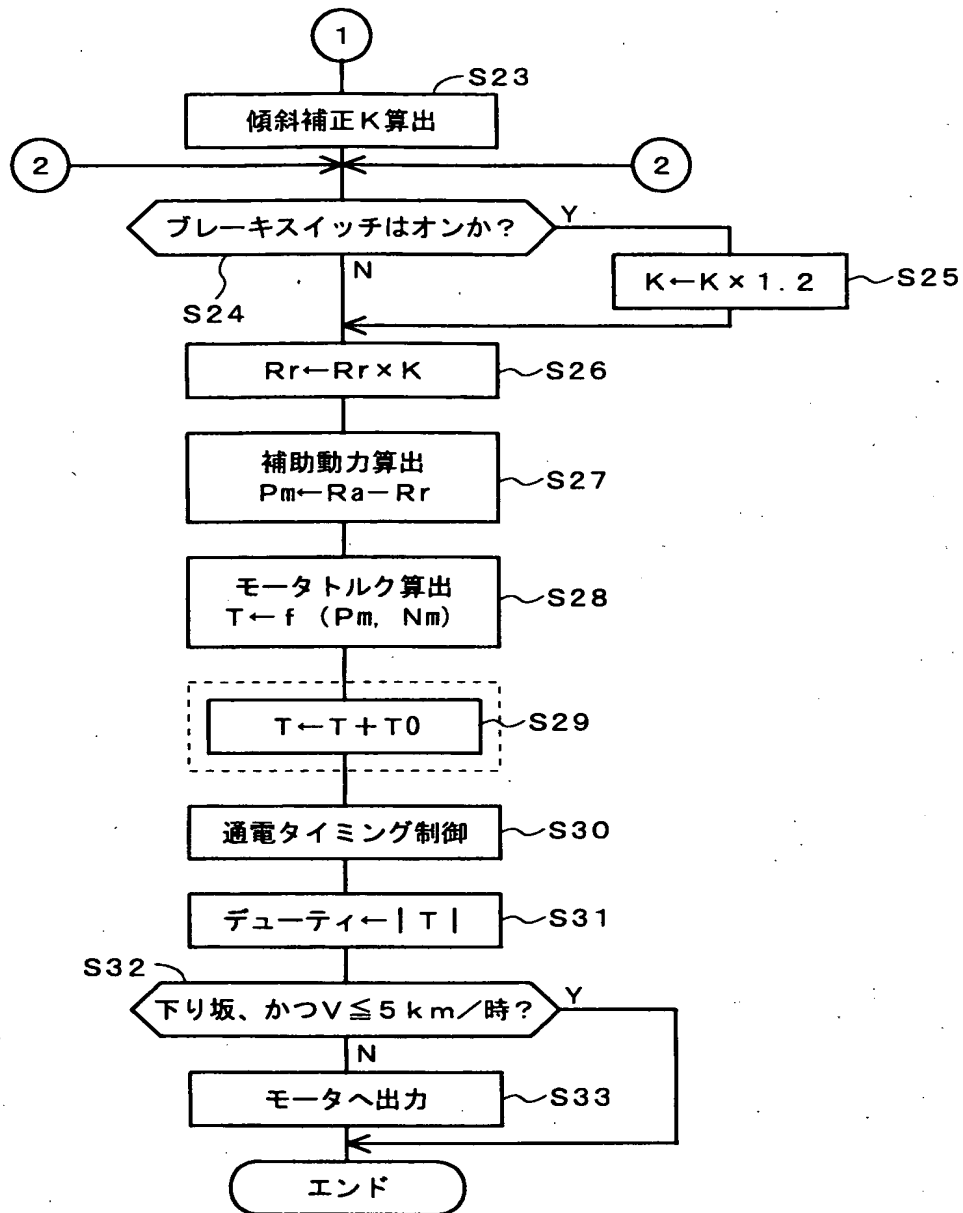
【図 8】



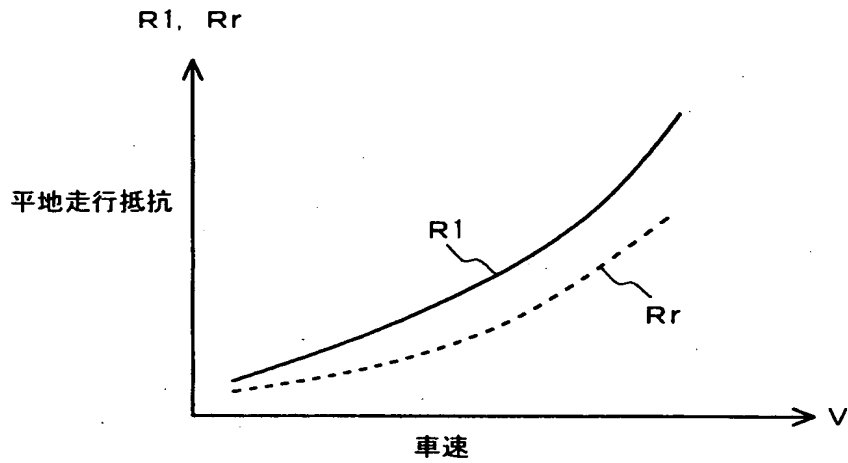
【図 9】



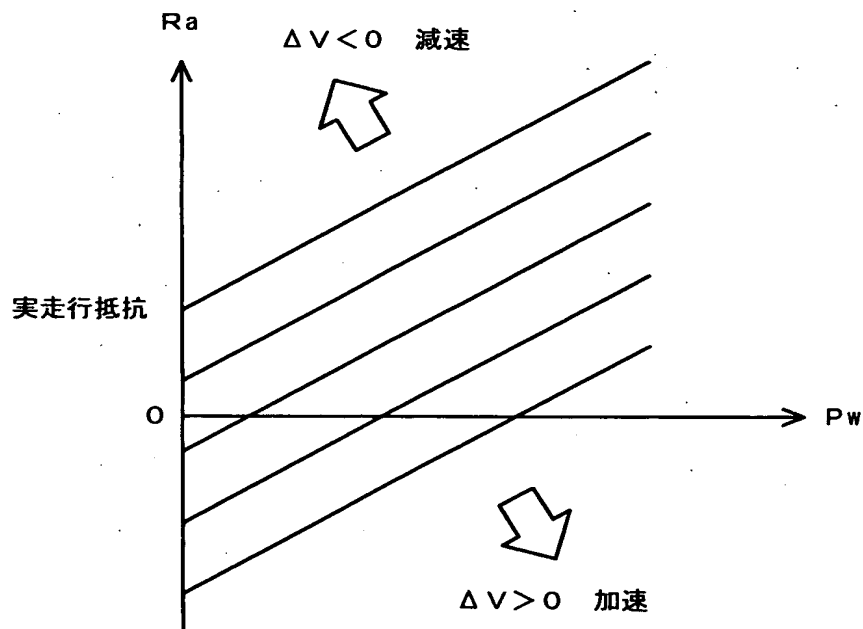
【図10】



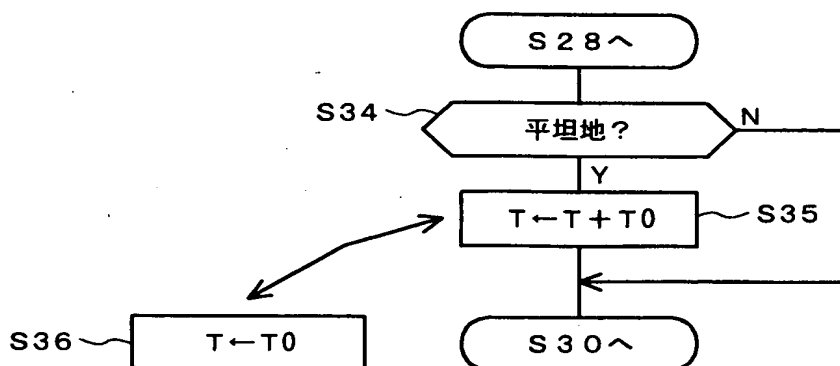
【図 1 1】



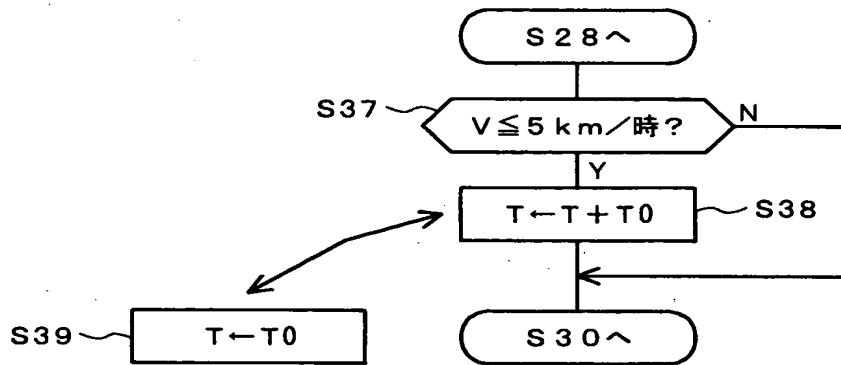
【図 1 2】



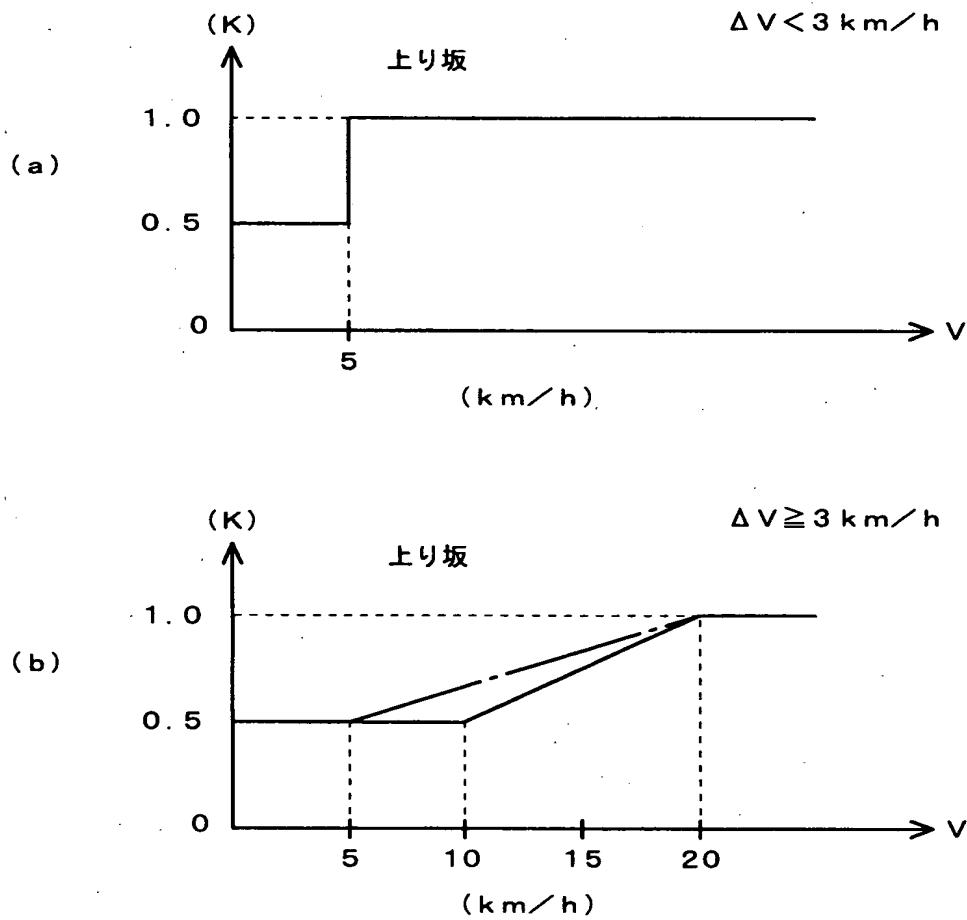
【図 1 3】



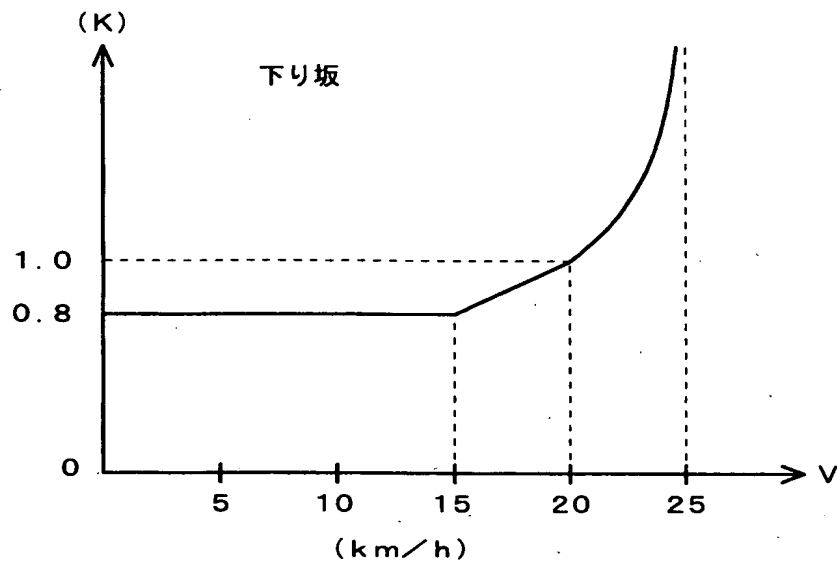
【図14】



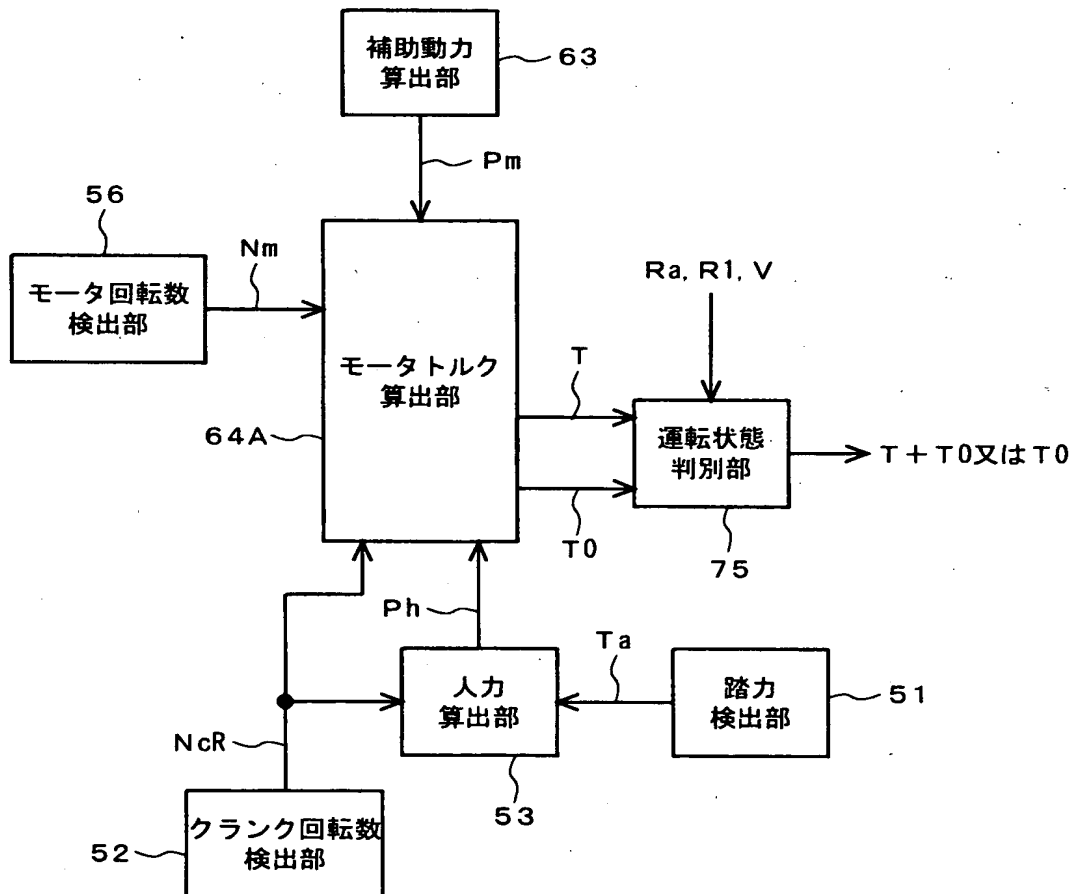
【図15】



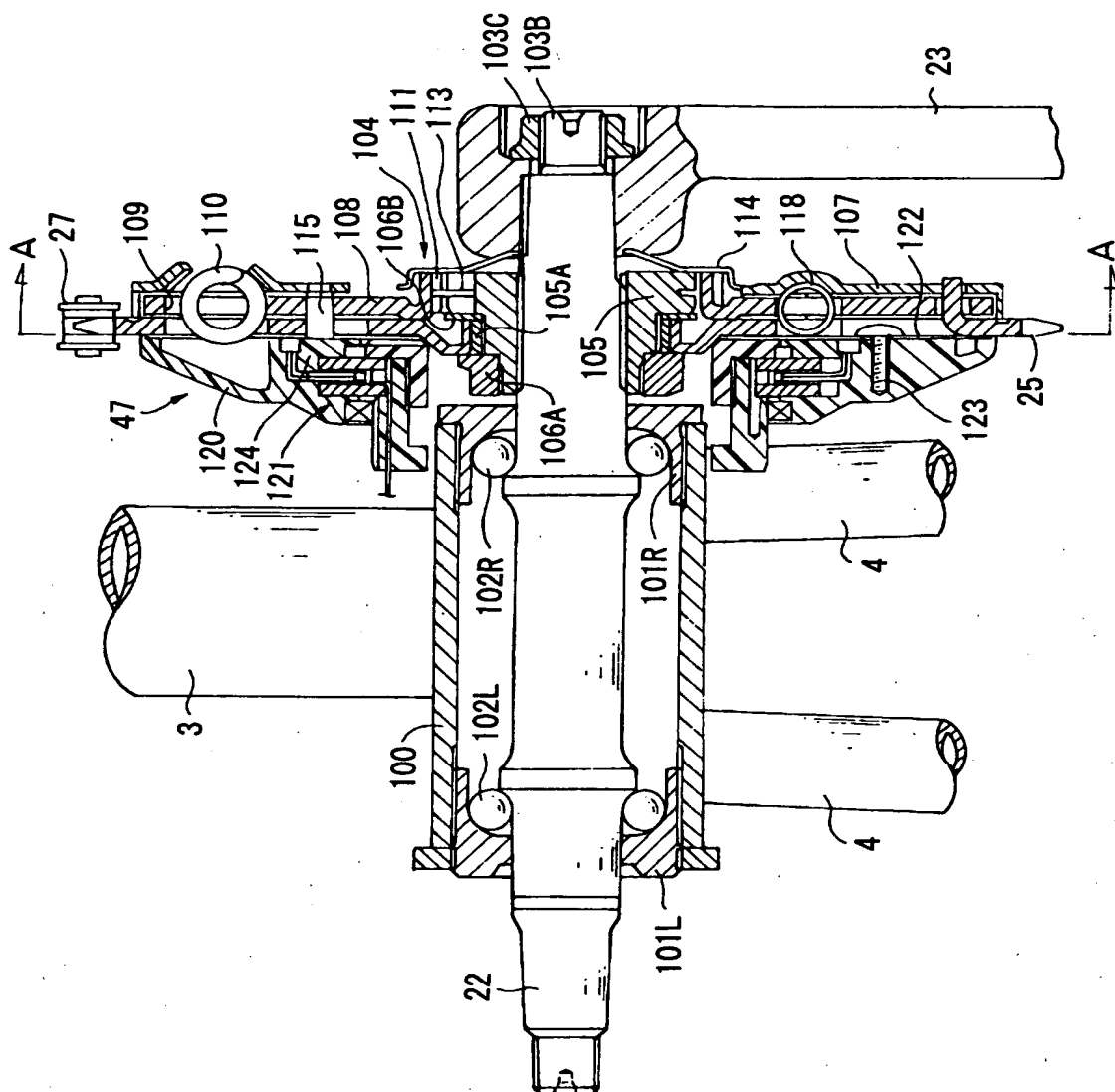
【図 16】



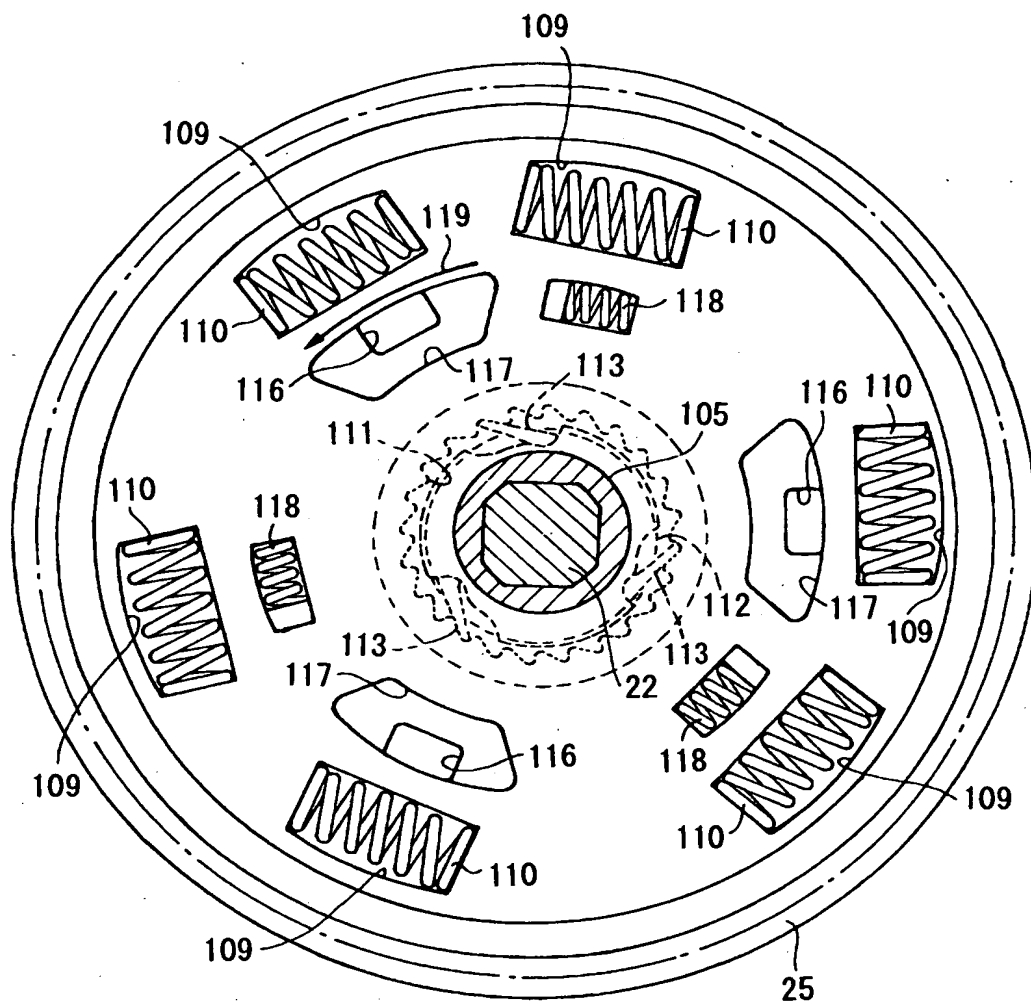
【図 17】



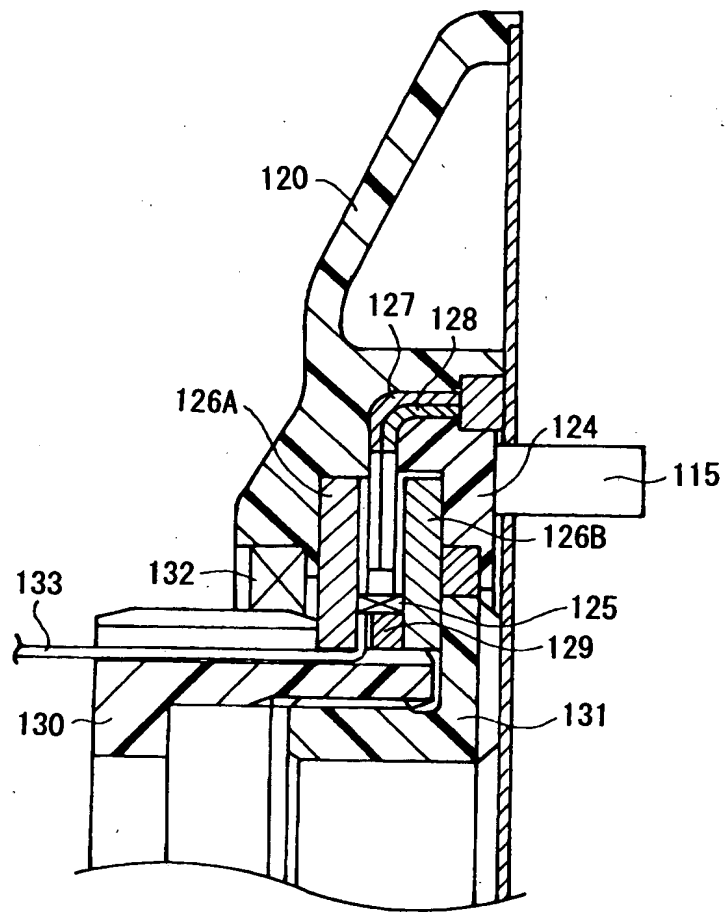
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 運転状況や路面の状況に応じた適切な補助動力を発生させられるようにすること。

【解決手段】 モータトルク算出部は 6 4 A は、モータによる補助動力 P_m とモータ回転数 N_m との関数としてモータトルク T を算出する。さらに、モータトルク算出部 6 4 A は、人力算出部 5 3 で検出された踏力比例の駆動力 P_h とクランク回転数 N_{CR} との関数として、モータトルク T_0 を算出する。運転状態判別部 7 5 は、実走行抵抗 R_a 、アシスト車平地走行抵抗 R_1 、および車速 V 等に基づいて車両の運転状態を判別し、その運転状態により、モータトルク T およびモータトルク T_0 の加算値またはモータトルク T_0 をモータに指令する。これにより、運転状態に応じて、例えば走行抵抗が低い領域や漕ぎ始めなどでも、適切な補助動力を付与することができる。

【選択図】 図 1 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日	1990年 9月 6日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名	本田技研工業株式会社